

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 37 44 001 C 1

51 Int. Cl. 4:  
C07 C 118/02

21 Aktenzeichen: P 37 44 001.2-42  
22 Anmeldetag: 24. 12. 87  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 6. 89

DE 37 44 001 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Bayer AG, 5090 Leverkusen, DE

72 Erfinder:  
Zaby, Gottfried, Dr., 5090 Leverkusen, DE; Judat,  
Helmut, Dr., 4018 Langenfeld, DE; Boonstra, Eric,  
Dipl.-Ing., Oakdale, Pa., US; Vos, Stefaan de, St.  
Job, BE; Eckermann, Rolf-W., Ing.(grad.), 5060  
Bergisch Gladbach, DE; Humburger, Siegbert, Dr.,  
5090 Leverkusen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
US 35 07 626

54 Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Mono- oder Polyisocyanaten

Um bei der kontinuierlichen Herstellung von organischen Mono- oder Polyisocyanaten durch Umsetzung der, den Mono- oder Polyisocyanaten entsprechenden Mono- oder Polyamine mit in organischem Lösungsmittel gelöstem Phosgen eine bessere Wirtschaftlichkeit zu erreichen, führt man Phosgenlösung und gegebenenfalls gelöste Aminkomponente in einer Düse (1) zusammen, indem man den Strom der einen Komponente einer Einschnürung (3) unterwirft und die andere Komponente in dieser Einschnürung (3) durch mehrere Bohrungen (5) als Teilströme von der Seite her zuführt.

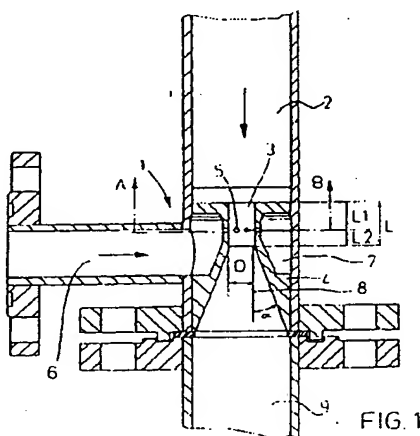


FIG. 1

DE 37 44 001 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von organischen Mono- oder Polyisocyanaten durch Umsetzung der den Mono- oder Polyisocyanaten entsprechenden Mono- oder Polyamine mit in organischem Lösungsmittel gelöstem Phosgen bei erhöhten Temperaturen.

Es ist bekannt, derartige Reaktionsgemische aus organischen Aminlösungen und organischen Phosgenlösungen in Mischern mit beweglichen Teilen, wie beispielsweise in einem Kreislumpenmischer (DE-AS 21 53 268 oder US-PS 39 47 484) herzustellen. Wegen der Toxizität von Phosgen stellen insbesondere Wellendurchführungen bei derartigen Gefahrenquellen durch Leckage dar. Da bei der Reaktion auch Feststoffe entstehen, sind Anbackungen oft nicht zu vermeiden.

Man hat deshalb auch schon nach Verfahren gesucht, bei welchen die Vermischung ohne bewegte Teile stattfindet:

Gemäß DE-OS 29 50 216 läßt man die beiden Reaktionskomponenten in einer zylindrischen Mischkammer in Form fächerartiger Spritzstrahlen aufeinanderzupralen. Bei diesem Verfahren bedarf es hoher Vordrücke und wegen der strömungstoten Winkel der Mischkammer kann es zu Verstopfungen kommen.

Schließlich ist es bekannt (US-PS 32 26 410), die Aminlösung durch seitlich in einem Rohr angebrachte Bohrungen in die im Rohr strömende Phosgenlösung einzuspritzen. Bei der zur Erzielung akzeptabler Ausbeuten erforderlichen geringen Konzentration der Reaktanten ist auch die produzierte Isocyanatmenge im Verhältnis zur Lösungsmittelmenge entsprechend niedrig. Der dadurch bedingte hohe Energieeinsatz zur Lösungsmittelrückgewinnung ist unbefriedigend. Ein Schichtaufbau aus Feststoffen an der Wandung läßt sich nicht immer vermeiden.

Bei den bekannten Verfahren muß im übrigen unter starker Verdünnung der Reaktanten gearbeitet werden. Dies und die durch häufigen Verstopfungen verursachten Stillstandzeiten für die Reinigung der Anlagen führt zu einer negativen Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit der bekannten Verfahren.

Es bestand somit die Aufgabe, ein neues Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von organischen Mono- oder Polyisocyanaten zur Verfügung zu stellen, bei welchem die Menge des einzusetzenden Hilfslösungsmittels deutlich reduziert werden kann und dennoch Schwierigkeiten bezüglich der Bildung von Feststoffanbackungen und Verstopfungen weitgehend vermieden werden. Außerdem sollte das neue Verfahren auf die Verwendung von beweglichen Teilen verzichten, so daß bezüglich der Sicherheit des Verfahrens (Toxizität) die obengenannten Probleme nicht auftreten können.

Diese Aufgabe wurde erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man zur Herstellung des Reaktionsgemischs die gegebenenfalls gelöste Aminkomponente mit der Phosgenlösung in einer speziellen Düse der nachstehend näher beschriebenen Art zusammenführt.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von organischen Mono- oder Polyisocyanaten durch Umsetzung der den Mono- oder Polyisocyanaten entsprechenden Mono- oder Polyamine mit in organischem Lösungsmittel gelöstem Phosgen bei erhöhten Temperaturen und anschließende destillative Aufarbeitung des resultierenden Reaktionsgemischs, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Herstel-

lung der Ausgangsgemische die entweder in einem inerten Lösungsmittel gelöste oder in Substanz eingeleitete Aminkomponente und das ebenfalls in inerten Lösungsmittel gelöste Phosgen in einer Düse (1) zusammenführt, indem die eine der beiden Komponenten in dieser Düse (1) eingeschnürt wird und die andere Komponente in dieser Einschnürung (3), in der eine Strömungsgeschwindigkeit von 1–10 m/sec eingehalten wird, dem Strom der ersten Komponente in mehreren Teilströmen durch eine entsprechende Anzahl von über den Umfang der Einschnürung (3) verteilten Bohrungen (5) von der Seite her zugeführt wird.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß bei diesem Verfahren mit niedrigen Druckverlusten und höheren Konzentrationen gearbeitet werden kann, daß eine hohe Produktausbeute bei sehr geringen Verweilzeiten in den dem Mischaggregat nachgeschalteten Reaktionsräumen erzielbar ist und daß insbesondere die Verstopfungen und Anbackungen vermieden werden. Die verwendete Düse wird auch als Ringlochdüse bezeichnet. Die Einschnürung des Lösungsstromes kann sprunghaft oder stetig erfolgen. Da in der Ringlochdüse zur Erzielung optimaler Vermischung in der Regel nur ein Druckverlust von etwa 2 bar erforderlich ist, können die Vordrücke der Lösungsströme in der Regel klein gehalten werden. Dadurch können die bisher üblichen Pumpen eingesetzt werden. Es können jedoch auch höhere Druckverluste zur Anwendung gelangen, wenn der Vorteil des höheren Vordrucks in Kauf genommen wird.

Als Ausgangsmaterialien kommen als organische Amine aliphatische, cycloaliphatische, aliphatisch-aromatische, aromatische Amine, Di- und/oder Polyamine in Frage, wie z. B. Anilin, Halogen-substituierte Phenylamine, wie 4-Chlorphenylamin, 1,6-Diaminohexan, 1-Amino-3,3,5-trimethyl-5-amino-cyclohexan, 2,4-Diaminotoluol, dessen technische Gemische mit 2,6-Diaminotoluol, die im allgemeinen bis zu 35 Gew.-%, bezogen auf Gemisch, an 2,6-Diaminotoluol enthalten oder Polyamingemische der Diphenylmethanreihe, wie sie durch an sich bekannte Anilin-Formaldehyd-Kondensation zugänglich sind. Weiterhin können beispielsweise die in US-PS 33 21 283, Kolonne 4, Zeile 19–61 genannten Amine zum Einsatz gelangen.

Die zu phosgenierenden Amine können beim erfindungsgemäßen Verfahren in Substanz, d. h. ohne inertes Lösungsmittel eingesetzt werden. Die Aminkomponente kann jedoch auch in inerten Lösungsmittel gelöster Form zur Anwendung gelangen, wobei beliebige Konzentrationen denkbar sind. Eine hohe Aminkonzentration bringt einerseits Energieeinsparungen bei der Lösungsmittelrückgewinnung und kann andererseits zu geringen Ausbeuteverlusten führen. Diese Vor- und Nachteile müssen gegeneinander abgewogen werden. Oftmals werden die Amine in 5- bis 40-, vorzugsweise 10- bis 25-gew.-%iger Konzentration in Form von Lösungen in inerten Lösungsmitteln verwendet. Bevorzugte Lösungsmittel sind chlorierte, aromatische Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise Chlorbenzol, o-Dichlorbenzol, p-Dichlorbenzol, Trichlorbenzole, die entsprechenden Chlortoluole und -xylene, Chlorethylbenzol, Monochlordiphenyl,  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Naphthylchlorid, Benzoesäureethylester, Phthalsäuredialkylester, Diisodiethylphthalat, Toluol und Xylene. Die Lösungsmittel können einzeln oder als Gemische verwendet werden. Weitere geeignete Lösungsmittel sind beispielsweise in US-PS 33 21 283, Kolonne 4, Zeile 66 bis Kolonne 5, Zeile 2 beschrieben.

Das Phosgen kommt beim erfindungsgemäßen Ver-

fahren im allgemeinen in Form von 10- bis 85-, vorzugsweise 40- bis 65-gew.-%igen, Lösungen in inerten Lösungsmitteln zum Einsatz, wobei vorzugsweise für das Phosgen das gleiche Lösungsmittel wie für das Amin verwendet wird. Die Phosgenlösungen können auch im Kreislauf geführtes Verfahrensprodukt (Mono- oder Polyisocyanat) enthalten. Falls die Phosgenlösung Verfahrensprodukt enthält, muß auf jeden Fall ein hoher Phosgenüberschuß vorliegen, damit die Bildung von Harnstoffen (Umsetzung der primären Amine mit dem Isocyanat) weitgehend vermieden wird. Dies bedeutet, daß im Falle der Verwendung von Phosgenlösungen, die Mono- oder Polyisocyanate enthalten, stets ein mindestens 2,5-fach molarer Überschuß an Phosgen gegenüber Isocyanatgruppen in den Lösungen vorliegen muß.

Das Äquivalentverhältnis von Amin zu Phosgen liegt im allgemeinen bei 1 : 1,5 bis 1 : 7, vorzugsweise 1 : 2 bis 1 : 5.

Zur erfindungsgemäßen Herstellung der Reaktionsgemische unter Verwendung des erfindungswesentlichen Mischaggregats kann beispielsweise wie folgt verfahren werden:

Die Temperatur der Phosgenlösung sollte unterhalb der Siedetemperatur der Lösung liegen, dies bedeutet, es werden im allgemeinen entsprechend gekühlte Phosgenlösungen verwendet. Die Temperatur der Aminkomponente hängt im allgemeinen von den physikalischen Eigenschaften des Amins ab, d. h. vom Schmelzpunkt des Amins bzw. von Kristallisationspunkt der zum Einsatz gelangenden Aminlösung ab und kann innerhalb von weiten Bereichen schwanken.

Vorzugsweise wird die Lösung mit dem größeren Volumenstrom durch die Einschnürung (3) geführt, wobei im Falle der Verwendung von annähernd gleichen Volumenströmen jeder der beiden Komponenten den Mittel- bzw. Seitenstrom bilden kann. Die Beachtung dieser Maßnahmen dient einer optimalen Vermischung und damit einem einwandfreien Reaktionsablauf.

In der Einschnürung (3) wird eine Strömungsgeschwindigkeit von 1 bis 10 m/sec eingehalten, wobei der Vordruck in vorteilhafter Weise gering gehalten werden kann.

Vorzugsweise weist die Einschnürung über ihre gesamte Länge  $L$  einen konstanten Durchmesser  $D$  auf.

Vorzugsweise wird als Länge  $L$  mindestens der zweifache Durchmesser  $D$  der Einschnürung gewählt.

Diese Ausgestaltung dient einer besonders intensiven Vermischung und die Strömung stabilisiert sich in ausreichender Weise.

Besonders vorteilhaft ist es, für die Länge  $L_1$  der Einschnürung des axial zugeführten Stromes bis zur Zusammenführung mit den Teilströmen der zweiten Komponente das 0,5- bis 2fache des Durchmessers  $D$  der Einschnürung zu wählen.

Gemäß einer weiteren besonderen Ausgestaltung des neuen Verfahrens wird der aus beiden Strömen resultierende Produktstrom einer konstant bleibenden Einschnürung unterworfen, deren Länge  $L_2$  mindestens jener Strecke entspricht, in welcher die Reaktion des freien Amins im wesentlichen abgeschlossen ist. Die Länge  $L_2$  beträgt im allgemeinen maximal das 2-fache des Durchmessers  $D$ . Größere Abmessungen  $L_2$  führen zu höheren Druckverlusten, ohne das damit irgendein Vorteil verbunden wäre.

Die genannten Maßnahmen stellen sicher, daß sich keine Anbackungen in der Düse bilden.

Eine besonders hohe Ausbeute läßt sich erzielen, indem ein Leistungsverhältnis des axial zugeführten Stro-

mes  $\epsilon_A$  zum seitlich zugeführten Strom  $\epsilon_S$

$$\frac{\epsilon_A}{\epsilon_S} = \frac{\rho_A \cdot \dot{V}_A \cdot v_A^2}{\rho_S \cdot \dot{V}_S \cdot v_S^2} = 0,01 \text{ bis } 1,0,$$

vorzugsweise von 0,05 bis 0,7 und besonders bevorzugt von 0,1 bis 0,5, eingehalten wird, wobei

$\delta$  die Dichte,

$\dot{V}$  den Volumenstrom,

$v$  die Strömungsgeschwindigkeit,

und zwar jeweils mit dem Index  $A$  des axial zugeführten Stromes und jeweils mit dem Index  $S$  des seitlich zugeführten Stromes

bedeuten.

Die hiermit erzielbare hohe Ausbeute gewährleistet gleichzeitig einen niedrigen Energieeinsatz.

Gemäß einer weiteren besonderen Durchführungsform wird hinter der Einschnürung der Strömungsquerschnitt stetig erweitert.

Dadurch wird erreicht, daß keine Verwirbelung und Rückströmung stattfinden können. Es versteht sich, daß die Erweiterung bei einem Maximum endet, welches dem Durchmesser einer anschließenden Rohrleitung entspricht. Die Vermeidung einer Rückströmung bietet eine besondere Gewähr für die Vermeidung von Anbackungen und Verstopfungen.

Die Anzahl  $i$  der Bohrungen für die seitlich zuzuführenden Teilströme wird gemäß einer weiteren Verfahrensvariante zwischen  $2 \leq i \leq m$ , vorzugsweise zwischen  $6 \leq i \leq m$ , gewählt, wobei sich  $m$  aus der Bedingung

$$\frac{\pi \cdot D}{m \cdot d} = > 1,1,$$

vorzugsweise  $> 1,5$ , insbesondere  $\geq 2$  ergibt, wobei  $D$  den Durchmesser der Einschnürung und  $d$  den Durchmesser der Bohrungen bedeuten.

Diese Maßnahme wirkt sich ebenfalls günstig auf die Vermischung und damit auf die Reaktion sowie auf die Vermeidung von Anbackungen aus.

Vorzugsweise werden alle Bohrungen in einer gemeinsamen Ebene senkrecht zur Einschnürung angeordnet, obwohl auch Abweichungen hiervon möglich sind.

Dadurch wird erreicht, daß die Reaktion nur in dieser Ebene starten kann, also bereits reagierendes Produkt nicht mehr erneut mit der zweiten Komponente beaufschlagt wird. Auch hierdurch wird die Gefahr von Anbackungen herabgesetzt.

Da die Phosgenlösung im allgemeinen den größeren Volumenstrom darstellt, wird sie, den oben gemachten Ausführungen entsprechend, im allgemeinen durch die Einschnürung geleitet.

Die Zeichnungen dienen zur näheren Erläuterung des erfindungswesentlichen Mischaggregats.

Fig. 1 zeigt die Düse im Längsschnitt und

Fig. 2 zeigt einen Schnitt gemäß Linie A-B in Fig. 1.

Im einzelnen bedeuten:

- (1) die erfindungsgemäß zu verwendende Düse;
- (2) das Zuleitungsrohr für den Hauptstrom;
- (3) die sprunghafte Einschnürung des Hauptstroms;
- (4) den die Einschnürung verursachenden Einsatz mit eingebauten Seitenbohrungen;
- (5) die Seitenbohrungen;

- (6) die Zuleitung des Seitenstroms;  
 (7) die die Einschnürung (3) umgebende Kammer, aus welcher die Bohrung (5) abführen;  
 (8) die stetige Erweiterung am Ausgang der Düse;  
 (9) das Abführrohr;  
 (D) den Innendurchmesser der Einschnürung;  
 (d) den Durchmesser der Seitenbohrungen;  
 (L) die Gesamtlänge der Einschnürung;  
 $L_1$  den Abstand vom Beginn der Einschnürung bis zur Ebene der Seitenbohrungen und  
 $L_2$  den Abstand von der Ebene der Seitenbohrungen bis zum Beginn der stetigen Erweiterung.

Zur Herstellung der Reaktionsmischungen unter Verwendung des erfindungswesentlichen Mischaggregats kann beispielsweise wie folgt vorgegangen werden:

Einer Düse 1 wird über ein Zuleitungsrohr 2, welches sprunghaft in eine in der Düse 1 angeordnete Einschnürung 3 übergeht, der Hauptstrom zugeführt. Die Einschnürung 3 ist in einem Einsatz 4 angeordnet. Die Einschnürung 3 weist über ihre gesamte Länge  $L$  den konstanten Durchmesser  $D$  auf und im Abstand  $L_1$ , welcher z. B. dem 1,5-fachen Durchmesser  $D$  der Einschnürung 3 entspricht, wird z. B. sechs Bohrungen 5 über den Umfang regelmäßig verteilt angeordnet. Einander gegenüberliegende Bohrungen 5 sind um den Durchmesser  $d$  gegeneinander versetzt, so daß die eingespritzten Teilströme aneinander vorbeiziehen. Die zweite Komponente wird über ein Zuleitungsrohr 6 einer die Einschnürung 3 umgebenden Kammer 7, aus welcher die Bohrungen 5 abführen, zugeführt. Die Länge  $L_2$  der Einschnürung 3 hinter den Bohrungen 5 entspricht z. B. dem Durchmesser  $D$  der Einschnürung 3 und damit in etwa demjenigen Bereich, in welchem die Reaktion des freien Amins im wesentlichen abgeschlossen ist. Hinter der Einschnürung 3 weist die Düse 1 eine stetige Erweiterung 8 auf, deren Winkel  $\alpha$  mit der Achse z. B.  $20^\circ$  beträgt. An diese Erweiterung 8 schließt sich ein Abführrohr 9 gleichen Durchmessers wie das Zuleitungsrohr 2 an.

Die unter Verwendung des erfindungswesentlichen Mischaggregats hergestellten Reaktionsgemische können im Anschluß an ihre Herstellung in den üblichen Reaktoren, wie beispielsweise Rührkesseln oder Phosgeniertürmen zum gewünschten Verfahrensprodukt, d. h. zum Mono- oder Polyisocyanat ausreagiert werden. Die zum Verfahrensprodukt führende chemische Reaktion wird im allgemeinen innerhalb des Temperaturbereichs von  $20$  bis  $180^\circ\text{C}$  durchgeführt.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, das unter Verwendung des erfindungswesentlichen Mischaggregats hergestellte Reaktionsgemisch von unten nach oben durch eine Reaktionskolonne zu leiten, die mit Lochböden ausgerüstet ist, so daß der Innenraum der Kolonne in mindestens 10, vorzugsweise 20 bis 50, durch die horizontal eingebauten Lochböden voneinander abgetrennten Kammern eingeteilt ist. Grundsätzlich möglich, jedoch keinesfalls bevorzugt, wäre auch die Verwendung von mehreren in Serie geschalteten Lochbodenkolonnen mit insgesamt mindestens 10, vorzugsweise 20 bis 50 Kammern.

Eine noch weitergehende Kammerung ist nicht sinnvoll, weil sich einerseits die unter jedem Lochboden ein Gaspolster ausbildet, das den festen und flüssigen Bestandteilen des Reaktionsgemisches als Reaktionsraum verloren geht, und andererseits die zusätzliche Verbesserung des Verweilzeitspektrums minimal ist.

Die Löcher der Lochböden weisen im allgemeinen einen Durchmesser von maximal 20 mm, vorzugsweise von 2 bis 10 mm auf, wobei die Anzahl der Bohrungen in Abhängigkeit vom Durchsatz vorzugsweise so gewählt wird, daß eine Rückvermischung des von unten nach oben aufsteigenden Reaktionsgemischs zwischen den einzelnen Kammern weitgehend verhindert wird.

Bei dem in der Kolonne aufsteigenden Reaktionsgemisch handelt es sich um ein Gemisch aus flüssigen Bestandteilen (Lösungen der Ausgangsmaterialien und der sich bildenden Isocyanate), gasförmigen Bestandteilen (Phosgen und sich bildender Chlorwasserstoff) und (zumindest zu Beginn der Reaktion) festen Bestandteilen (im Lösungsmittel suspendierte Carbamylchloride bzw. Amin-hydrochloride). Optimale Reaktionsbedingungen liegen dann vor, wenn die Geschwindigkeit der aufsteigenden Gasphase in den Löchern der Lochböden bei 2 bis 20, vorzugsweise 3,5 bis 10 m/sec und die Geschwindigkeit der aufsteigenden flüssigen Phase in den Löchern der Lochböden bei 0,05 bis 0,4, vorzugsweise 0,1 bis 0,2 m/sec liegen.

Die Temperatur des, die Mischapparatur verlassenden, Reaktionsgemischs liegt im allgemeinen im Falle der bevorzugten Arbeitsweise unter Verwendung von Lochbodenkolonnen bei  $40$  bis  $100^\circ\text{C}$ , während die Temperatur am Kopf der Reaktionskolonne unterhalb  $150^\circ\text{C}$ , vorzugsweise bei  $70$  bis  $130$ , insbesondere bei  $90$  bis  $125^\circ\text{C}$  liegt. Dies wird im allgemeinen durch geeignete Beheizung der Reaktionskolonne erreicht. Um das notwendige Phosgeniervolumen zu minimieren, ist es vorteilhaft, die zum Erreichen der gewünschten Oberlaufemperatur erforderliche Energie im unteren Bereich des Phosgenierturms oder auch bereits vor Eintritt in den Reaktor einzubringen. Dadurch wird vermieden, daß ein Teil des Reaktorturms wegen zu niedriger Temperatur und daher zu langsamer Bruttoreaktionsgeschwindigkeit ineffektiv ist.

Die Abmessungen der Reaktionskolonne, sowie die Konstruktion der Böden und die Menge des in die Kolonne unten eingebrachten Reaktionsgemischs werden im übrigen im allgemeinen so bemessen, daß die mittlere Verweilzeit des Reaktionsgemisches in der Reaktionskolonne bei maximal 120, vorzugsweise maximal 60 Minuten liegt.

Der Druck am Kopf der Reaktionskolonne liegt im allgemeinen bei 1,2 bis 3, vorzugsweise 1,5 bis 2,5 bar (abs.). Es kann jedoch auch unter höheren oder niedrigeren Drücken gearbeitet werden.

Das die Reaktionskolonne am oberen Ende verlassende, flüssige und gasförmige Bestandteile enthaltende Reaktionsgemisch wird in an sich bekannter Weise zunächst von gasförmigen Bestandteilen (überschüssiges Phosgen und Chlorwasserstoff) befreit und anschließend destillativ aufgearbeitet. Auch bei Verwendung der obengenannten klassischen Reaktionsgefäße zur Durchführung der Phosgenierungsreaktion erfolgt selbstverständlich im Anschluß an die chemische Reaktion eine destillative Aufarbeitung des Reaktionsgemischs. Vor dieser destillativen Aufarbeitung kann jedoch ein Teil des in Form einer Lösung vorliegenden Reaktionsgemischs mit frischer Phosgenlösung angereichert und an den Prozeßanfang zurückgeführt werden.

In den nachfolgenden Beispielen beziehen sich alle Prozentangaben auf Gewichtsprocente.

#### Beispiel 1

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der

Einschnürung von 14 mm und 10 Bohrungen von 2,1 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 550 kg/h 3-Chlor-4-methyl-phenylamin und 650 kg/h Monochlorbenzol (MCB) mit 3240 kg/h einer 50%igen Phosgen-Lösung in MCB vermischt, wobei die Aminlösung durch die 10 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 4,9 m/s, diejenige der Aminlösung in den Seitenbohrungen 9,2 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 0,75$ . Das Reaktionsgemisch wurde anschließend in einer 3-Kessel-Kaskade, in der jeder Kessel ein Volumen von 6 m<sup>3</sup> aufweist, bei Temperaturen von 80, 110 bzw. 140°C klarphosgeniert und destillativ aufgearbeitet. Ausbeute 98,0%.

#### Beispiel 2

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der Einschnürung von 19 mm und 12 Bohrungen von 2,6 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 450 kg/h Hexamethyldiamin (HDA) und 4050 kg/h o-Dichlorbenzol (ODB) mit 9000 kg/h einer 30%igen Phosgen-Lösung in ODB vermischt, wobei die Aminlösung durch die 12 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 6,5 m/s, diejenige der Aminlösung in den Seitenbohrungen 16,4 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 0,32$ . Das Reaktionsgemisch wurde anschließend in einer mit 45 Lochböden ausgestatteten Reaktionskolonne von 17 m<sup>3</sup> Inhalt bei Temperaturen bis 150°C klarphosgeniert und destillativ aufgearbeitet. Ausbeute 96%.

#### Beispiel 3

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der Einschnürung von 10 mm und 4 Bohrungen von 1,5 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 120 kg/h Trimethylhexamethyldiamin (TMDA) und 145 kg/h Monochlorbenzol (MCB) mit 2835 kg/h einer 50%igen Phosgen-Lösung in MCB vermischt, wobei die Aminlösung durch die 4 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 5,7 m/s, diejenige der Aminlösung in den Seitenbohrungen 11,6 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 1,92$ . Das Reaktionsgemisch wurde anschließend in einer 3-Kessel-Kaskade, in der jeder Kessel ein Volumen von 6 m<sup>3</sup> aufweist, bei Temperaturen von 80, 110 bzw. 140°C klarphosgeniert und destillativ aufgearbeitet. Ausbeute 94%.

#### Beispiel 4

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der Einschnürung von 20 mm und 12 Bohrungen von 2,6 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 450 kg/h 2,4-Toluyldiamin (TDA) und 2360 kg/h o-Dichlorbenzol (ODB) mit 7300 kg/h einer 50%igen Phosgen-Lösung in ODB vermischt, wobei die Aminlösung durch die 12 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 4,8 m/s, diejenige der Aminlösung in den Seitenbohrungen 10,3 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 0,55$ . Das Reaktionsgemisch wurde anschließend in

einer mit 23 Lochböden ausgestatteten Reaktionskolonne von 7 m<sup>3</sup> Inhalt bei Temperaturen bis ca. 100°C klarphosgeniert und destillativ aufgearbeitet. Ausbeute 96,7%.

#### Beispiel 5

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der Einschnürung von 20 mm und 12 Bohrungen von 2,2 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 550 kg/h eines Gemisches aus 65% 2,4-Toluyldiamin (2,4-TDA) und 35% 2,6-Toluyldiamin (2,6-TDA) und 2500 kg/h o-Dichlorbenzol (ODB) mit 6160 kg/h einer 58%igen Phosgen-Lösung in ODB vermischt, wobei die Aminlösung durch die 12 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 4,0 m/s, diejenige der Aminlösung in den 12 Seitenbohrungen 15,7 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 0,13$ . Das Reaktionsgemisch wurde anschließend in einer mit 23 Lochböden ausgestatteten Reaktionskolonne von 7 m<sup>3</sup> Inhalt bei Temperaturen bis ca. 100°C klarphosgeniert und destillativ aufgearbeitet. Ausbeute 97%.

#### Beispiel 6

In einer Ringlochdüse mit einem Durchmesser  $D$  der Einschnürung von 23 mm und 12 Bohrungen von 3,7 mm Durchmesser am Umfang der Einschnürung wurde eine Lösung aus 1000 kg/h eines Polyamingemisches der Diphenylmethanreihe (MDA, Zweikernanteil ca. 65%, Viskosität 55 cP bei 80°C) und 4000 kg/h o-Dichlorbenzol (ODB) mit 7140 kg/h einer 45%igen Phosgen-Lösung in ODB vermischt, wobei die Amin-Lösung durch die 12 Seitenbohrungen zugeführt wurde. Die Strömungsgeschwindigkeit der Phosgen-Lösung in der Einschnürung betrug 3,5 m/s, diejenige der Aminlösung in den 12 Seitenbohrungen 9,2 m/s. Das Leistungsverhältnis der beiden Lösungen betrug  $\epsilon_A/\epsilon_S = 0,20$ . Das Reaktionsgemisch wurde in zwei hintereinander geschalteten Reaktionskolonnen, die jeweils mit 23 Lochböden ausgerüstet waren und einen Inhalt von 7 bzw. 3,5 m<sup>3</sup> hatten, bei Temperaturen bis 85°C in der ersten und 155°C in der zweiten Kolonne aufphosgeniert. Nach destillativer Entfernung des Lösungsmittels betrug die Viskosität der lösungsmittelfreien Rohware 45 mPa · s bei 25°C. Ausbeute 100%.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von organischen Mono- oder Polyisocyanaten durch Umsetzung der den Mono- oder Polyisocyanaten entsprechenden Mono- oder Polyamine mit in organischem Lösungsmittel gelöstem Phosgen bei erhöhten Temperaturen und anschließende destillative Aufarbeitung des resultierenden Reaktionsgemisches, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Herstellung der Ausgangsgemische die entweder in einem inerten Lösungsmittel gelöste oder in Substanz eingesetzte Aminkomponente und das ebenfalls in inerten Lösungsmittel gelöste Phosgen in einer Düse (1) zusammengeführt, indem die eine der beiden Komponenten in dieser Düse (1) eingeschnürt wird und die andere Komponente in dieser Einschnürung (3), in der eine Strömungsgeschwindigkeit von 1–10 m/sec eingehalten wird, dem

- Strom der ersten Komponente in mehreren Teilströmen durch eine entsprechende Anzahl von über den Umfang der Einschnürung (3) verteilten Bohrungen (5) von der Seite her zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der größere Volumenstrom durch die Einschnürung (3) geführt wird. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einschnürung (3) über ihre gesamte Länge  $L$  einen konstanten 10 Durchmesser aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge  $L$  mindestens dem 2fachen Durchmesser  $D$  der Einschnürung (3) entspricht.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 15 dadurch gekennzeichnet, daß für die Länge  $L_1$  der Einschnürung (3) des axial zugeführten Stromes bis zur Zusammenführung mit den Teilströmen der zweiten Komponente das 0,5- bis 2fache des Durchmessers  $D$  der Einschnürung (3) gewählt 20 wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der aus den beiden Strömen resultierende Produktstrom einer konstant bleibenden Einschnürung (3) unterworfen 25 wird, deren Länge  $L_2$  mindestens jener Strecke entspricht, in welcher die Reaktion des freien Amins im wesentlichen abgeschlossen ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsverhältnis des axial zugeführten Stromes  $\varepsilon_A$  zum seitlich 30 zugeführten Stroms  $\varepsilon_S$

$$\frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_S} = \frac{\rho_A \cdot \dot{V}_A \cdot v_A^2}{\rho_S \cdot \dot{V}_S \cdot v_S^2} = 0,01 \text{ bis } 1,0, \quad 35$$

eingehalten wird, wobei

$\rho$  die Dichte,

$\dot{V}$  den Volumenstrom, 40

$v$  die Strömungsgeschwindigkeit,

und zwar jeweils mit dem Index  $A$  des axial zugeführten Stromes und jeweils mit dem Index  $S$  des seitlich zugeführten Stromes,

bedeuten. 45

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der Einschnürung (3) der Strömungsquerschnitt stetig erweitert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 50 dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl  $i$  der Bohrungen (5), für die seitlich zuzuführenden Teilströme zwischen  $2 \leq i \leq m$  gewählt wird, wobei sich  $m$  aus der Bedingung

$$\frac{\pi \cdot D}{m \cdot d} = > 1,1 \text{ ergibt,} \quad 55$$

wobei  $D$  den Durchmesser der Einschnürung (3) 60 und  $d$  den Durchmesser der Bohrungen (5) bedeuten.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß man das durch Zusammenführung der Aminkomponente mit der Phosgenlösung erhaltene Reaktionsgemisch bei erhöhten, jedoch unterhalb  $150^\circ\text{C}$  liegenden Temperaturen kontinuierlich von unten nach oben eine 65

Reaktionskolonne durchlaufen läßt, welche mindestens 10 durch Lochböden voneinander getrennte Kammern aufweist.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit der in der Kolonne aufsteigenden Gasphase in den Löchern der Lochböden bei 2 bis 20 m/sec und die Geschwindigkeit der aufsteigenden Flüssigphase in den Löchern der Lochböden bei 0,05 bis 0,4 m/sec liegt.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

— Leerseite —

